

플라즈마 화학기상증착법에 의한 SiO₂ film 제조

송소영, 박영배¹, 박동화*

인하대 화학공학과

Applied Physics Department, California Institute of Technology, U.S.A¹

(dwpark@inha.ac.kr *)

Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition of SiO₂ thin film

Song So Young, Young Bae Park¹, Dong Wha Park*

Department of Chemical Engineering, Inha University, South Korea

Applied Physics Department, California Institute of Technology, U.S.A¹

(dwpark@inha.ac.kr *)

서론

최근 반도체 산업이 급속도로 발전함에 따라 트랜지스터의 고집적화, 초고속화 및 초절전화가 요구되고 있다. 반도체 소자의 주류를 이루고 있는 Si MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) 공정에 있어서, 트랜지스터의 밀도와 속도를 증가시키기 위하여 트랜지스터의 크기는 수평적으로 뿐만 아니라 수직적으로도 줄어들게 되었다¹⁾. 그러나 배선 폭, 배선 간격의 감소로 인해 배선간 기생 용량 및 배선 저항이 증가하여 고성능 ULSI 소자의 구동 속도를 떨어뜨리게 된다²⁾. 기존에 층간절연막(Intermetal dielectric IMD)으로 주로 이용되던 SiO₂ 산화막은 RC 지연을 억제하는데 한계가 있어 이를 해결하기 위해 더 낮은 유전 상수를 갖는 층간절연물질에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다^{3,4)}.

본 연구에서는 TEOS (tetraethylorthosilicate)를 전구체로 하여 remote plasma 를 이용한 플라즈마 화학기상증착법에 의해 SiO₂ 박막과 C₂F₆ 기체를 추가하여 저유전상수를 갖는 F-doped SiO₂ 필름을 제조하였다.

실험

실험은 시편의 전처리 과정과 증착 반응으로 나뉘어진다. 박막 증착에 사용된 기판은 <100>인 N 형 실리콘 웨이퍼이고 이 웨이퍼는 대기 중 장기간 노출된 상태에서 보관되었기 때문에 자연 산화막(native oxide)이 20~30Å 정도 존재한다. 따라서 박막 증착 전에 이와 같은 자연 산화막과 그 밖의 불순물을 제거하기 위해 수정된 RCA 방법을 수행하였다.

본 연구에 사용한 유기금속 화학증착 반응기의 개략도는 Fig. 1 와 같다. 반응기는 스테인레스 스틸로 만들어진 hot-wall type 의 원통형을 사용 하였고, 내경이 14mm,

길이가 120mm 이다. 온도를 조절하기 위하여 카트리지 히터와 열전대를 사용하였다. 증착 전에 불순물 제거를 위하여 mechanical 펌프로 10^{-3} Torr 로 감압하였고 버블러 온도는 50°C 로 유지되었으며, carrier gas 유량은 N_2 (10sccm)로 고정하였다. 또한 반응기 도입부의 관내 응축을 막기 위하여 60°C 로 유지하였다. 반응가스 및 플라즈마 발생가스인 O_2 는 2sccm으로 고정하였고, 반응기의 공정압력은 1Torr에서 진행되었다.

PECVD에서 플라즈마는 ion bombardment 효과를 감소시키기 위하여 remote plasma 형태를 사용하였고, 플라즈마 발생전원은 13.56MHz 고주파 전원을 사용하였으며, 이렇게 발생된 플라즈마는 증착 영역으로 도입되었다.

결과 및 토론

플라즈마 파워에 의한 영향을 확인하기 위해 파워 변화에 따른 FT-IR 분석 결과를 Fig.2에 나타내었다. [Si-O stretching $1050-1200\text{ cm}^{-1}$; C-O stretching $900-1000\text{ cm}^{-1}$; C-F stretching $1200-1250\text{ cm}^{-1}$; C-H stretching 2900 cm^{-1} .] Figure 3은 반응기 증착 온도에 따른 FT-IR spectra 결과이다. Figure 4와 같이 온도가 증가함에 따라 대부분의 peak들의 intensity가 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 Si-O peak 과 C-F peak 이 이동됨을 Fig. 5로부터 확인하였고, Figure 6에서는 증착 실험 후 필름의 FTIR 분석 결과로 1110 cm^{-1} 대에서 보이는 Si-O peak 으로 SiO_2 증착을 보여준다.

참고문헌

- 1) J. Yan, D.C. Gilmer, S.A. Campbell, W.L. Gladfelter, P.G. Schmid, J. Vac. Sci. Technol. 14, 1706 (1996).
- 2) Peter W. Lee, shinsuke Mizuno, Amrita Verma, Huyen Tran, and Bang Nguyen J.Electrochem. Soc. 143, 6 (1996)
- 3) M.J. Shapiro, S.V. Nguyen, T. Matsuda D.Douzinsky Thin Solid Films 503-507(1995)
- 4) H.J. Shin, M.R. De Guire, A.H. Heuer, J. Appl.Phys., 83, 3311(1998).

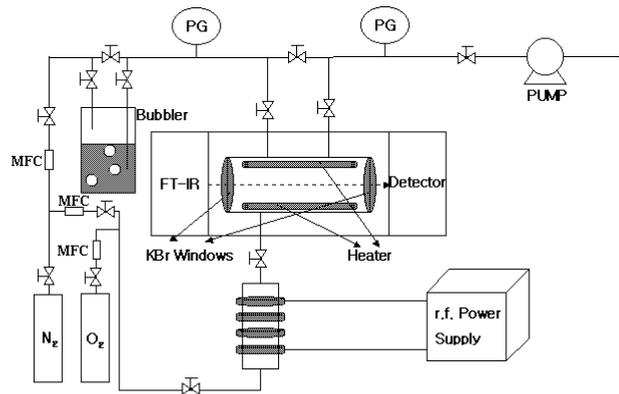


Fig.1 FT-IR 분석기와 플라즈마 화학기상증착 반응기의 모식도

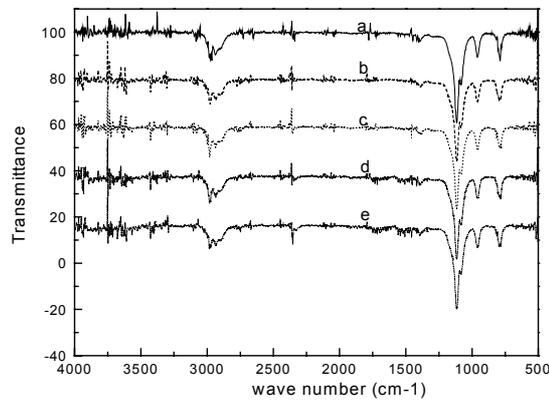


Fig. 2 플라즈마 파워 변화에 대한 FTIR Spectra
(a : nonplasma, b : plasma 30w, c : plasma 40w, d : plasma 50w, e : plasma 60w)

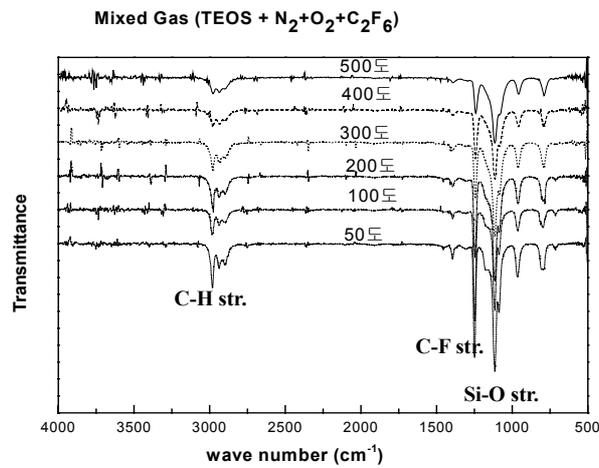


Fig.3 증착 온도 변화에 대한 FTIR Spectra

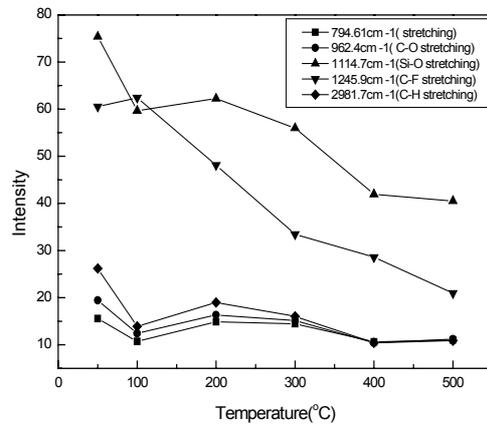


Fig.4 증착온도 변화에 따른 주요 peak 들의 변화 (TEOS + N₂ + O₂ + C₂F₆)

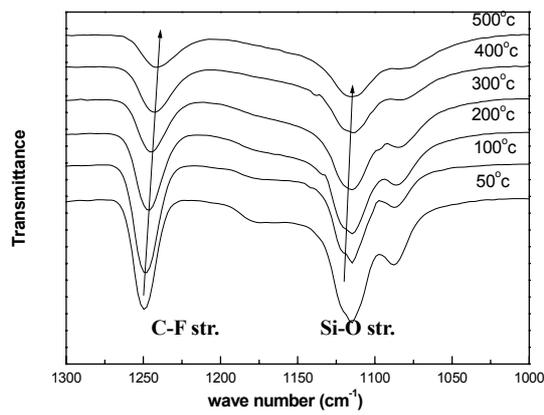


Fig.5 C-F peak 과 Si-O peak 의 이동

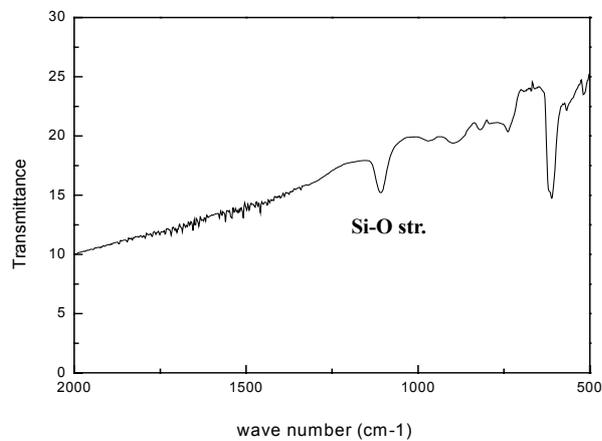


Fig.6 FT-IR spectroscopy of the thin film